ПАРАЗИТОЛОГИЯ, 27, 6, 1993

УДК 576.895.427 : 576.856.5

© 1993

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ БОЛЕЗНИ ЛАЙМА И ПОВЕДЕНИЯ ЗАРАЖЕННЫХ ИМ КЛЕЩЕЙ РОДА IXODES

А. Н. Алексеев, Е. А. Арумова, Л. А. Буренкова, С. П. Чунихин

Показано повышение уровня зараженности и частоты встречаемости зараженных *Borrelia burgdorferi* популяций клещей *Ixodes ricinus*, симпатричных *Ixodes persulcatus*. Вследствие совпадения ареалов зараженных *I. persulcatus* с *I. ricinus* экстенсивность заражения последнего повышается в 3—4 раза, а частота нахождения зараженных *I. ricinus* по сравнению с территориями, свободными от *I. persulcatus*, увеличивается в 9 раз.

Выдвинута гипотеза, что клещ *I. persulcatus* является носителем более вирулентных и акаротропных боррелий. Установлено, что у зараженных боррелиями клещей рода *Ixodes* (*I. persulcatus* и *I. ricinus*) меняется реакция на запахи растительного происхождения, и сделано предположение, что изменение поведения зараженных клещей под воздействием маркеров среды — запахов растений может способствовать обмену боррелиями между *I. persulcatus* и *I. ricinus*.

Болезнь, известная с 1909 г. как мигрирующая эритема, связывалась шведом Альфредом Афзелиусом с укусом клеща *Ixodes reduvius* (=*ricinus*) (Jaenson, 1991) и была хорошо известна под этим названием и под названием кольцевой эритемы в России и также связывалась с укусом клещей, особенно если она выявлялась в эндемичных по клещевому энцефалиту зонах (Кузнецова и др., 1967). Впервые Леннхоф (Lennhoff, 1948 — цит. по: Jaenson, 1991) обнаружил спирохетоподобные структуры у пациентов с мигрирующей эритемой, но только Бургдорфер с соавторами (Burgdorfer e. a., 1982) изолировали в 1981 г. из дивертикулов средней кишки американского клеща *Ixodes dammini* боррелию, ныне известную как *Borrelia burgdorferi* и выделяемую теперь от клещей в Америке и Европе (Lane e. a., 1991), широко распространенную на пространствах бывшего СССР (Коренберг и др., 1987) на территориях, эндемичных по клещевому энцефалиту, в Монголии, Тибете (Zhang Qien e. a., 1992) и Китае (Zhang Zhefu, 1992), а также в Японии (Kawabata, 1987).

Писман (Piesman, 1989) справедливо связал передачу возбудителя только с родом *Ixodes*, объединив переносчиков в комплекс «*ricinus*», считая, однако, главнейшим переносчиком американского клеща *Ixodes dammini*. Филиппова (1990), анализируя таксономические аспекты переноса *B. burgdorferi*, доказывает, что основными биологическими переносчиками являются клещи рода *Ixodes* группы «*persulcatus*», которую она обосновала еще в начале 70-х годов и в которую, по ее мнению, включаются известные переносчики возбудителя болезни Лайма. По мнению Телфорда и Шпильмана (Telford III, Spielman, 1992), распространение этого боррелиоза связано с выходом из рефугий по краям последнего ледника дивергировавших потомков клещей прото-*ricinus* рода *Ixodes*. В плейстоцене три типично рицинусные инфекции, встречающиеся и теперь по краям морен последнего ледника (боррелиоз, бабезиоз с *Babesia microti* и дипеталонематоз с *Dipetalonema rugosicauda*) были распространены вокруг всего земного шара. Эволюционно более молодые виды часто являются более активными переносчиками возбудителей болезней, нежели более древние. Под этим углом зрения мы и пытаемся анализировать материалы, собранные в Московской обл., где стыкуются и частично перекрываются ареалы основных для Палеарктики переносчиков *B. burgdorferi* — клещей *I. ricinus* и *I. persulcatus*.

Это тем более интересно, что в работе Коренберга и соавторов (1991, б) на материалах Ленинградской обл., где также перекрываются ареалы *I. ricinus* и *I. persulcatus*, показано, что до 70 % заболеваний боррелиозом приходится на районы, где доминирует *I. persulcatus*, и что в том районе, где их нет, не зафиксирована и заболеваемость, хотя боррелий в клещах *I. ricinus* находили. Возбудители, по мнению этих авторов, на протяжении всего сезона активности чаще встречаются в *I. persulcatus*, чем в *I. ricinus*, нимфы и имаго *I. persulcatus* агрессивнее по отношению к человеку, что и делает этого переносчика более эпидемиологически значимым, нежели *I. ricinus*.

Не отрицая правильности этого вывода, мы пытаемся доказать роль симпатрии для усиления эпидемиологической значимости второстепенного переносчика болезни Лайма, каким рядом с *I. persulcatus* является клещ *I. ricinus*. Второй задачей нашего исследования является попытка расшифровки механизмов, которые помогают *I. persulcatus* играть роль усилителя распространения боррелий в популяциях *I. ricinus* в зонах совместного проживания обоих видов. Для этого анализируется поведение зараженных и не зараженных боррелиями клещей из природных популяций, в частности их реакции на запахи экстрактов растений. Эта попытка тем более интересна, что в последнее время появились факты, что доля зараженных *B. burgdorferi* самок *I. dammini*, собранных с растительности, по одним данным (Mather e. a., 1992) в два, а по другим (Lacombe e. a., 1992) — даже в 3.5 раза больше, чем среди прикрепившихся к животному (оленю) — прокормителю.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Клещей собирали на флаг в разных районах Московской обл. в течение всего сезона их активности, определяли вид путем просмотра под стереоскопическим микроскопом и исследовали их реакции на запах ацетонового экстракта тополя в Т-образном ольфактометре (Алексеев и др., 1991). Затем по общепринятой методике (Burgdorfer e. a., 1982) в темном поле микроскопа устанавливали наличие и количество боррелий в 250 полях зрения. Вскрытых клещей замораживали и затем определяли наличие в них вируса клещевого энцефалита (КЭ) путем титрования на новорожденных белых мышах (НБМ). Все этапы исследований производились разными исполнителями с клещами под номерами. Всего собрано 482 клеща (за исключением 4 нимф, все — имаго, самцы и самки).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для определения встречаемости зараженных особей по разным территориям в зависимости от преобладания того или иного вида клещей, все данные за сезон 1991 и 1992 гг. объединены в одну таблицу (табл. 1), а данные о находках, хотя бы единичных, того или иного вида клещей нанесены на карту районов области (см. рисунок, *VII*). Как видно из табл. 1, зараженные клещи преобладали среди *I. persulcatus* (28.7 %) по сравнению с *I. ricinus* (18.5 %), хотя первые обнаружены в сезонах 1991/1992 гг. лишь в 11 районах, а вторые — в 21 из 24 обследованных. Из 11 районов, где встречены *I. persulcatus*, в 5 (45.4 %)

Таблица 1

Распределение двух видов клещей рода *Ixodes* по районам

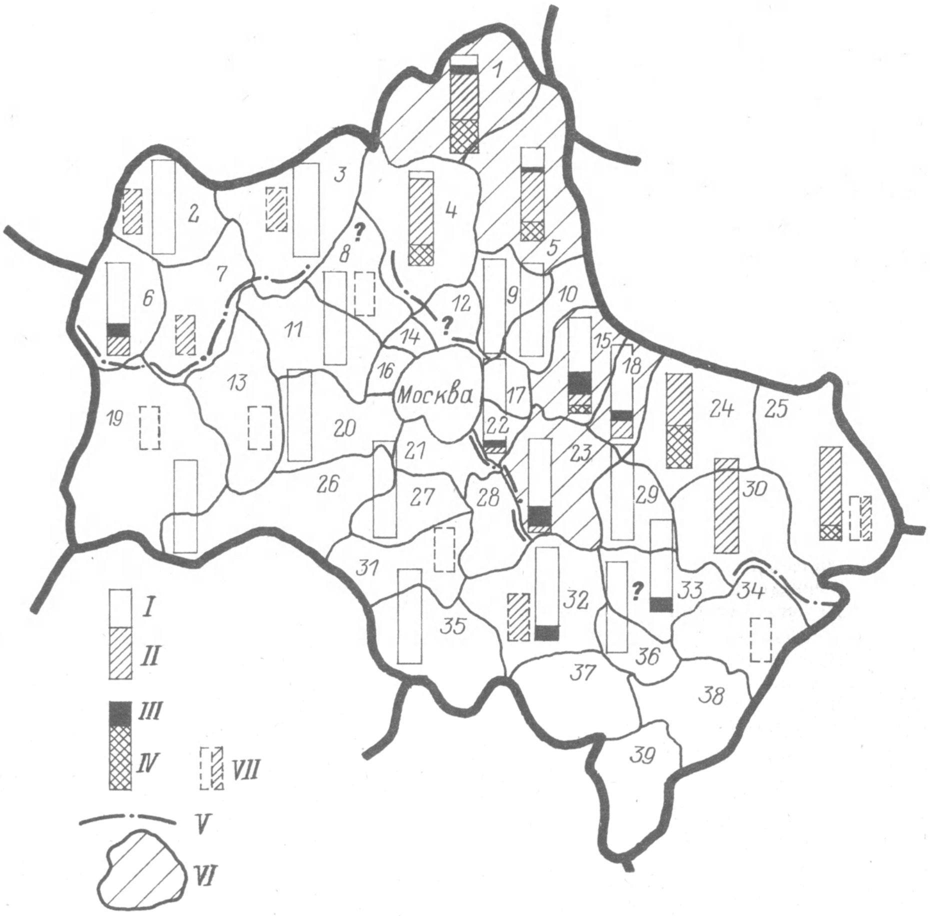
Distribution of two tick species of the genus *Ixodes* among regions

Нумерация районов (см. рисунок)	Название района *	Всего собрано клещей	*I. persulcatus*			*I. ricinus*		
			число	с боррелиями		число	с боррелиями	
				абс.	%		абс.	%
1	Талдомский	30	26	10	38.5	4	2	50.0
2	Лотошинский	13	0(+)	—	—	13	0	—
3	Клинский	6	0(+)	—	—	6	0	—
4	Дмитровский	34	31	7	22.6	3	0	—
5	Загорский	40	31	7	22.6	9	1	11.1
6	Шаховской	7	1	0	—	6	1	16.6
7	Волоколамский	н. д.	+	н. д.	н. д.	—	н. д.	н. д.
8	Солнечногорский	н. д.	—	н. д.	н. д.	+	н. д.	н. д.
9	Пушкинский	4	0	—	—	4	0	—
10	Щелковский	5	0	—	—	5	0	—
11	Истринский	9	0	—	—	9	0	—
15	Ногинский	113	25	5	20	88	31	35.2
18	Павлово-Посадский	23	5	0	—	18	1	5.6
20	Одинцовский	2	0	—	—	2	0	—
22	Люберецкий	18	1	0	—	17	1	5.9
23	Раменский	72	2	0	—	70	16	22.9
24	Орехо́во-Зуевский	40	40	19	48	0	—	—
25	Шатурский	8	8	1	12.5	0		
26	Наро-Фоминский	12	0	—	—	12	0	—
27	Подольский	2	0	—	—	2	0	—
29	Воскресенский	1	0	—	—	1	0	—
30	Егорьевский	4	4	0	—	0	—	—
31	Чеховский	н. д.	—	н. д.	н. д.	+	н. д.	н. д.
32	Ступинский	16	0(+)	—	—	16	2	12.5
33	Коломенский	16	0	—	—	16	2	12.5
34	Луховицкий	н. д.	—	н. д.	н. д.	+	н. д.	н. д.
35	Серпуховский	1	0	—	—	1	0	—
36	Озерский	6	0	—	—	6	0	—
	Всего исследовано на наличие боррелий в 1991—1992 гг.	482	174	49	28.7	308	57	18.5

Примечание. * Районы, сборы из которых отсутствуют, в таблицу не включены. В сборах 1988—1990 гг. знаком «+» отмечены районы, в которых встречались клещи, хотя бы в единичных находках, знаком «—» — те же районы, в которых проводились сборы, но данные клещи не найдены; н. д. — нет данных.

обнаружены особи, зараженные боррелиями; возбудитель болезни Лайма в *I. ricinus* на территориях, где обнаруживали клещей этого вида, встречался не чаще: в 9 из 24, т. е. в 39 % случаев. Казалось,налицо и ранее отмечавшееся некоторое преобладание зараженности *I. persulcatus* и меньшая зараженность *I. ricinus*, т. е. обычные и независимые друг от друга явления.

Рассмотрим распределение обоих видов клещей в пространстве, их соотношение и проанализируем зараженность клещей по отдельным районам. Как видно из рисунка, распространение *I. ricinus* относительно равномерно по всей области, тогда как *I. persulcatus* приурочен к северо-восточной ее половине. Граница (*V*) распространения последнего довольно точно делит область на 2 части; разрывы границы, снабженные вопросительными знаками, могут означать как необнаружение клещей этого вида в «подозрительных» районах (Мытищенском, *12*; Воскресенском, *29*; Коломенском, *33*), так и отсутствие условий для существования таежного клеща. Во всяком случае в сезоны 1991—1992 гг., когда производилось обследование на боррелиоз, именно на этой половине области оказались сосредоточены почти все случаи выявления возбудителя болезни Лайма. И там же, на северо-востоке (*VI*), имели место



Распределение по районам Московской обл. незараженных и зараженных *Borrelia burgdorferi* клещей *Ixodes persulcatus* и *I. ricinus* (по сборам 1988—1992 гг.).

1—39 — номера районов; *I* — доля *I. ricinus* среди общего числа собранных клещей в районе, %; *II* — то же *I. persulcatus*, *III* — доля особей, зараженных *B. burgdorferi*, %, к числу *I. ricinus*, принятому за 100%; *IV* — то же для *I. persulcatus*; *V* — граница распространения *I. persulcatus* на территории Московской обл.; *VI* — районы, в которых подтверждены случаи КЭ; *VII* — находки клещей одного или обоих видов в сезоны 1988—1990 гг.

Distribution of ticks *Ixodes persulcatus* and *I. ricinus* infected with *Borrelia burgdorferi* among districts of the Moscow region.

случаи КЭ: в 1986 г. из клещей Талдомского р-на (*1*) был выделен вирус КЭ; в конце 50-х годов отмечено заболевание КЭ в Ногинском р-не (*15*); заподозрено его присутствие в Загорском (*5*) районе, где было отмечено семейное заболевание КЭ, прошедшее под диагнозом «молочная лихорадка», а в Раменском р-не (*23*) зафиксирован случай смешанной инфекции: и КЭ, и боррелиоза. Возникает подозрение, что выявление обоих возбудителей достаточно тесно связано с присутствием и преобладанием именно клещей *I. persulcatus*.

Рассмотрим под этим углом зрения данные табл. 2 и 3. В тех районах, где встречались оба вида клещей, боррелии обнаруживались в 8.7 раза чаще, чем там, где установлено наличие только *I. ricinus* и в 9 раз чаще — в районах с зараженными *I. persulcatus* (табл. 2). Более того, экстенсивность заражения *I. ricinus* в среднем за сезон в 2.6 раза выше там, где одновременно обнаруживались зараженные *B. burgdorferi I. persulcatus* (табл. 3). Например, в Талдом-

Таблица 2

Частота выделения *Borrelia burgdorferi* из клещей *Ixodes ricinus* в зависимости от присутствия и зараженности на тех же территориях *Ixodes persulcatus*

A frequency of *Borrelia burgdorferi* occurrence in the tick *Ixodes ricinus* as a dependence of *Ixodes persulcatus* presence and its infection with agent in same areas

Число случаев обнаружения *B. burgdorferi* в *I. ricinus* к числу обследованных районов	При сочетании с *I. persulcatus*		При отсутствии *I. persulcatus* (данные 1988—1992 гг.)
	зараженными боррелиями (данные 1991—1992 гг.)	зараженными и незараженными (данные 1988—1992 гг.)	
Абс	3/4	8/11	1/12
Доля	0.75	0.725	0.083
Величина P	—	Менее 0.001	

ском р-не (табл. 1), где оказалось, что половина немногочисленных собранных в этом районе *I. ricinus* заражена боррелиями, и уровень заражения *I. persulcatus* был близок к максимальному из числа обнаруженных.

Там, где в 1991 и 1992 гг. не находили зараженных *I. persulcatus*, но уровень заражения *I. ricinus* все-таки высок (например, в Раменском р-не — 22.9 %, табл. 1), есть все основания полагать наличие циркуляции возбудителя и с помощью *I. persulcatus*. Так, судя по табл. 1 и рисунку, этот максимум зараженности среди *I. ricinus* при отсутствии зараженных *I. persulcatus* наблюдался в Раменском р-не (*VI, 23*), где, как мы упоминали, был зафиксирован клинически и подтвержден серологически в 1990 г. случай смешанной инфекции: и КЭ, и болезни Лайма.

Экстенсивность заражения *I. ricinus* там, где обнаруживался только этот вид, в 1.6—2.6 раза ниже, чем в зонах симпатрии, и равна 12.5 %. Весьма любопытно, что максимальные уровни заражения *I. ricinus* в зонах симпатрии могут даже превышать таковые для *I. persulcatus* (табл. 2), например, 50 по сравнению с 38.5 % в Талдомском р-не или 35.5 по сравнению с 20 — в Ногинском. Вместе с тем минимумы зараженности таежного клеща боррелиями были неизменно в 3.5—4 раза выше минимумов зараженности, наблюдавшихся у *I. ricinus* (20.0—22.6 % по сравнению с 5.5—5.9 %, табл. 1).

Как видно из табл. 4, интенсивность заражения отдельных особей также весьма существенно отличается: в среднем почти в 11 раз, а по минимумам — даже в 44 раза, но выборки невелики — не превышают 10—15 особей для каждого вида.

Таблица 3

Экстенсивность заражения *Ixodes ricinus Borrelia burgdorferi* в разных группах районов Московской обл. в зависимости от присутствия и зараженности *Ixodes persulcatus* на тех же территориях

An extensivity of *Ixodes ricinus* infection with *Borrelia burgdorferi* in different district groups of Moscow region as a dependance of *I. persulcatus* presence and its infection with agent in same areas

Сочетание *I. recinus* с *I. persulcatus*	Экстенсивность заражения *I. ricinus* (%)		
	мин.	макс.	средняя
I. ricinus вместе с зараженными *I. persulcatus*	11.1	50	32.1
I. ricinus вместе с *I. persulcatus*	5.6	22.9	19.9
I. ricinus (только)	12.5	12.5	12.5

Таблица 4

Количество боррелий, обнаруживаемое в отдельных особях клещей рода *Ixodes* (250 полей зрения, сезоны 1991—1992 гг.)

A number of borrelias discovered in certain specimens of mites of the genus *Ixodes* (250 fields of observation, seasons 1991—1992)

Вид клещей	Число боррелий		
	мин.	макс.	среднее
I. persulcatus	44	1014	281.6±151.6
I. ricinus	1	41	25.9±5.8

Примечание. Разница высокодостоверна, $P=0.001$.

Все вышеизложенное позволяет не только заключить, что в трио: 2 вида клещей-боррелии—*I. persulcatus* играет роль первой скрипки, но и заподозрить наличие квартета — двух видов клещей и двух, различающихся между собой по поведению в них, форм боррелий. Одна, рицинусная форма, по всей вероятности, классическая *B. burgdorferi*. Вторая, персулькатусная форма, обладает не только специфическими свойствами тех штаммов «*I. p.*», которые выделили Коренберг и соавторы (1991а) на территории России, но и выявленными нами свойствами более интенсивно размножаться в *I. persulcatus* по сравнению с *I. ricinus* и переходить в этот последний вид в зонах симпатрии обоих видов клещей. Боррелии, обнаруживаемые в районах, в которых встречается только *I. ricinus*, по нашим данным, размножаются в этом виде клещей менее интенсивно, обеспечивают меньшую экстенсивность поражения клещей и, видимо, с трудом переходят в *I. persulcatus*. По аналогии с вирусом КЭ (Чунихин, Леонова, 1985), видимо, можно было думать об азиатских, персулькатусных, и европейских, рицинусных, боррелиях.

Справедливость этого допущения подтверждается в настоящее время с помощью анализа антигенов боррелий методом ELISA американского и английского штаммов, которые оказались идентичны по составу антигенов *B. burgdorferi*, и штаммов из России и Китая, которые этим методом с использованием моноклональных антител *B. burgdorferi*, не идентифицировались (Burkot e. a., 1992). Если в России изоляты могли быть получены и от *I. ricinus*, то из Китая (Zhang Qien e. a., 1992; Zhang Zhefu e. a., 1992) — только от *I. persulcatus*.

Японские авторы по составу белков возбудителя (более гетерогенных при выделении боррелий из *I. persulcatus*) и по прокормителю выделяют две отдельные трехчленные паразитарные системы: *I. persulcatus*—Apodemus цикл и *I. ovatus*—Microtinae цикл (Nakao, Miyamoto, 1992). В разделении бывшего вида на подвиды и даже на виды нет ничего ни удивительного, ни необычного: из 48 проанализированных штаммов уже выделено три гено-вида боррелий из клещей *Ixodes*: *B. burgdorferi* s. str. *B. garinii* и боррелии группы VS461 (Postic e. a., 1992), поэтому и выделение штаммов «*I. p.*» при детальном исследовании в новый вид, например «*B. persulcati*», представляется нам вполне вероятным.

Попытаемся представить себе механизмы, способствующие обмену боррелиями между таежным клещом и *I. ricinus*. Несомненно, что такой обмен происходит через теплокровных-прокормителей клещей и, наиболее вероятно, через зверьков-прокормителей преимагинальных фаз обоих видов.

Этому процессу могут способствовать установленные нами факты различий в реакциях на запахи растений (Буренкова, 1990) и различий в темпах и, следовательно, местах отпадения зараженных и не зараженных вирусом КЭ напитавшихся преимаго под влиянием различных запахов растительного происхождения, причем в зависимости от наличия возбудителя со сменой реакции на запах-аттрактант на противоположную — как на репеллент и обратно (Алексеев и др., 1992). В этом последнем случае можно было допустить наличие смены реакций на запах у зараженных и не зараженных боррелиями клещей по аналогии с тем, что наблюдается у клещей, зараженных КЭ (Алексеев и др., 1988). Вероятность такой аналогии увеличилась обнаружением нейротропности в клещах не только вируса КЭ, что давно известно, но и *B. burgdorferi* (Zung e. a., 1989). Проверка этой гипотезы на клещах обоих видов показала, что у зараженных боррелиями особей наблюдается (и с высокой достоверностью) выраженная положительная реакция на запах по сравнению с незараженными (табл. 5). Незначительное число отрицательных реакций, наблюдавшееся у зараженных клещей, может объясняться меньшей интенсивностью заражения таких особей. Любопытно, что в отличие от клещей *Dermacentor marginatus*, у которых наблюдались отличия реакций на запах почек тополя в зависимости от пола (Алексеев и др., 1991), у клещей рода *Ixodes* этой разницы не обнаружилось.

Биологический смысл такой смены реакции может состоять в увеличении концентрации зараженных *I. persulcatus* в местах наиболее частого пребывания прокормителей клещей *I. ricinus*, где в обычных условиях незараженные *I. persulcatus* встречаются относительно редко. Следствием этого может быть рост зараженности клещей *I. ricinus* боррелиями, полученными от *I. persulcatus*, что и обостряет эпидемиологическую ситуацию за счет активизации *I. ricinus* в качестве переносчика.

В зонах симпатрии не исключен и обратный процесс: обмен боррелиями от *I. ricinus* к *I. persulcatus*. В этом случае можно было предположить уменьшение числа случаев заражения *I. persulcatus* боррелиями, менее интенсивно размножающимися в клещах (данные по *I. ricinus*, табл. 4). Данные табл. 1 и рисунка позволяют произвести такой анализ. И действительно, такая тенденция имеется: в чисто персулькатусных районах заражение «чистых» популяций таежного клеща самое высокое (50 %) по сравнению с территориями со смесью популяций *I. persulcatus* и *I. ricinus*.

Изменение концентрации зараженных особей на определенных растениях и изменения поведения под влиянием нейротропных боррелий может быть причиной меньшей встречаемости клещей с возбудителем на оленях-прокормителях имаго *I. dammini*, о чем мы уже упоминали (Mather e. a., 1992; Lacombe e. a., 1992).

Таблица 5

Реакция зараженных и не зараженных боррелиями клещей рода *Ixodes* на запах почек тополя

A reaction of ticks of the genus *Ixodes* infected with borrelias and non-infected ones on a smell of poplar buds

Реакция	Пол клещей	*I. ricinus*			*I. persulcatus*		
		число в опытах	число зараженных клещей		число в опытах	число зараженных клещей	
			абс.	%		абс.	%
Положительная	Самки	22	11	50	39	21	53.8
	Самцы	13	9	69.2	32	22	68.7
	Всего	35	20	57.1	71	43	60.6
Отрицательная	Самки	42	1	2.4	60	3	5
	Самцы	26	2	7.7	77	1	1.3
	Всего	58	3	4.4	137	4	0.7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные по распространению *B. burgdorferi* в популяциях клещей на территории Московской обл., по которой проходит граница ареала таежного клеща, свидетельствуют о важной роли именно *I. persulcatus* в повышении уровня зараженности и, следовательно, эпидемиологической роли *I. ricinus*. В районах симпатрии зараженность *I. ricinus* достигает 35—50 %, в районах,где имеется только *I. ricinus* — лишь 12.5 %. Весьма близкие цифры зараженности имаго *I. ricinus* известны для Франции — 11.5 % (Doby e. a., 1989a), где отсутствуют *I. persulcatus*. Несколько более высокие цифры 14.5 и 20.9 % даны в обзоре Доби (Doby e. a., 1989b) для *I. ricinus* в Швейцарии и Германии.

Выявленная нами роль *I. persulcatus* в качестве усилителя циркуляции боррелий в зонах симпатрии с *I. ricinus* позволяет поставить вопрос о существовании самостоятельного вида возбудителя, присущего клещам *I. persulcatus*.

Косвенными доказательствами справедливости такой постановки вопроса служат: обособленность русских (и китайских) штаммов боррелий от эталонных американских и английских (Burkot e. a., 1992), белковая гетерогенность боррелий, выделенных от *I. persulcatus* в Японии (Nakao, Mijamoto, 1992), и существенные отличия от всех остальных как европейских, так и американских штаммов штамма Ip-90, выделенного Коренбергом и другими (Коренберг и др., 1991а) из *I. persulcatus* на Дальнем Востоке.

Обратный процесс — попадание боррелий, присущих *I. ricinus*, в *I. persulcatus* может снижать зараженность этим возбудителем таежных клещей. Среди механизмов, облегчающих обмен боррелиями между двумя видами клещей, рассматривается как возможный — изменение поведения клещей, в частности, реакция на запах растений у зараженных особей. Установление факта противоположной двигательной реакции клещей на запах почек тополя у зараженных и незараженных особей может свидетельствовать об увеличении вероятности встречи на зверьках-прокормителях преимаго клещей *I. persulcatus* с особями *I. ricinus* в результате изменений поведения зараженных клещей в разных растительных сообществах.

Список литературы

Алексеев А. Н., Буренкова Л. А., Чунихин С. П. Особенности поведения клещей Ixodes persulcatus P. Sch. (Ixodes), зараженных вирусом клещевого энцефалита // Мед. паразитол. 1988. № 2. С. 71—75.

Алексеев А. Н., Буренкова Л. А., Чунихин С. П. Использование запахов растительного происхождения в качестве индикаторов экстенсивности и интенсивности заражения иксодовых клещей вирусом клещевого энцефалита // Мед. паразитол. 1991. № 3. С. 10—14.

Алексеев А. Н., Буренкова Л. А., Чунихин С. П. Запахи растений — важные детерминанты поведения и скорооести развития иксодид-переносчиков болезней // Паразитология. 1992. Т. 26, вып. 1. С. 20—32.

Буренкова Л. А. Влияние фитонцидов на двигательные реакции иксодовых клещей // Тез. докл. 6-го Всес. совещ. по проблемам теоретич. и приклад. акарол. (Ашхабад, апрель 1990 г.). Л., 1990. С. 24—25.

Коренберг Э. И., Щербаков С. В., Крючечников В. Н. Материалы по распространению болезни Лайма в СССР // Мед. паразитол. 1987. № 2. С. 71—73.

Коренберг Э. И. и др. (Korenberg E. I., Kovalevsky Yu. V., Kryuchechnikov V. N., Gorelova N. B.) Tick Ixodes persulcatus Schulze, 1930 as a vector of Borrelia burgdorferi // Modern acarology. Vol. 1 / Eds. F. Dusbabek and V. Bukva. Prague: Academia, 1991a. P. 119—123.

Коренберг Э. И., Кузнецова Р. И., Ковалевский Ю. В., Василенко З. Е., Мебель Б. Д. Основные черты эпидемиологии болезни Лайма на северо-западе СССР // Мед. паразитол. 1991б. № 3. С. 14—17.

Кузнецова Р. И., Шаповал А. Н., Чурилова А. А. О клещевой эритеме // Автореф. и краткие сообщ. к итоговой конф. инст. им. Пастера с участием представит. санит.-эпидем. станций Северо-Западных обл. 4—6 мая 1967 г. Л., 1967. С. 177—178.

Филиппова Н. А. Таксономические аспекты переноса возбудителей болезни Лайма // Паразитология. 1990. Т. 24, вып. 4. С. 257—267.

Чунихин С. П., Леонова Г. Н. Экология и географическое распространение арбовирусов. М.: Медицина, 1985. 128 с.

Burgdorfer W., Barbour A. Y., Hayes S. F., Benach Y. L., Grunwaldt E., Davis Y. P. Lyme disease — a tick-born spirochetosis? // Science. 1982. Vol. 216. P. 1317—1319.

Burkot Th. R., Luft B., Piesman J. Antigen capture ELISA for detecting North American isolates of Borrelia burgdorferi in ticks // V. Inst. Conf. Lyme Borreliosis. Program and abstracts. Arlington, Virginia, U.S.A. May 30—June 2, 1992. Hyatt Regency Cristal City, 1992. P. A53.

Doby J. M., Imbert-Hameurt C., Jeanne B., Chevrier S. Infection de Ixodes ricinus (Acarina, Ixodidae) par Borrelia burgdorferi, agent des spirochetoses a tique (maladie de Lyme et autres formes cliniques) dans l'Ouest de la France. I — Resultats globaux de l'examen de 2.320 tiques // Bull. Soc. fr. Parasitol. 1989a. T. 7, N 1. P. 111—125.

Doby J. M., Chevrier S., Coutarmanach A., Imbert-Hameurt C. Infection de Ixodes ricinus (Acarina, Ixodidae) par Borrelia burgdorferi, agent des spirochetoses a tique (maladie de Lyme et autres formes cliniques) dans l'ouest de la France. II — Resultats detailles et commentaires // Bull. Soc. fr. Parasitol. 1989b. T. 7, N 2. P. 277—289.

Jaenson T. G. T. The epidemiology of Lyme borreliosis // Parasitol. Today. 1991. Vol. 7, N 2. P. 39—45.

Kawabata M., Baba Sh., Iouchi K., Yamaguti N., Russell H. Lyme dissease in Japan and its possible incriminated tick vector, Ixodes persulcatus // J. Infec. Diseases. 1987. Vol. 156, N 5. P. 854.

Lacombe E., Rand P. W., Smith R. P., Vary C. P. Disparity of Borrelia burgdorferi infection rates of adult Ixodes dammini on deer and vegetations // V Int. Conf. Lyme Borreliosis. Program and abstracts. Arlington, Virginia, U.S.A. May 30—June 2, 1992. Hyatt Regency Cristal City, 1992. P. A49.

Lane R. S., Piesman J., Burgdorfer W. Lyme borreliosis: Relation of its causative agent to its vectors and hosts in North America and Europe // Annu. Rev. Entomol. Vol. 36. Palo Alto (Calif.) 1991. P. 587—609.

Mather T. N., Hu R., Hyland K. E., Jones A. J., Mitchell S. E. Reduced rates of spirochetal prevalence in host-attached VS. Host-seeking deer ticks (Ixodes dammini) // V Int. Conf. Lyme Borreliosis. Program and abstracts. Arlington, Virginia, U.S.A. May 30—June 2, 1992. Hyatt Regency Cristal City, 1992. P. A49.

Nakao M., Miyamoto K. Ecological study on the diversity of Borrelia burgdorferi in Japan // V Int. Conf. Lyme Borreliosis. Program and abstracts. Arlington, Virginia, U.S.A. May 30—June 2, 1992. Hyatt Regency Cristal City, 1992. P. A50.

Piesman J. Transmission of Lyme disease spirochetes (Borrelia burgdorferi) // Exp. Appl. Acarol. 1989. Vol. 7. P. 71—80.

Postic D., Baranton G., Girons I. S., Boerlin P., Piffaretti J.-C., Assous M., Grimont P. Delineation of Borrelia burgdorferi sensu stricto, Borrelia garinii and group VS461 associated with Lyme borreliosis // V Int. Conf. Lyme Borreliosis. Program and abstracts. Arlington, Virginia, U.S.A. May 30—June 2, 1992. Hyatt Regency Cristal City, 1992. P. A42.

Telford (III) S. R., Spielman A. Origins of Lyme disease in North America // V Int. Conf. Lyme Borreliosis. Program and abstracts. Arlington, Virginia, U.S.A. May 30—June 2, 1992. Hyatt Regency Cristal City, 1992. P. A52.

Zhang Qien, Dy Yong, Zhang Panhe, Wu Xiaoming, Zhang Xitan. Preliminary investigation of Lyme borreliosis in China // V Int. Conf. Lyme Borreliosis. Program and abstracts. Arlington, Virginia, U.S.A. May 30—June 2, 1992. Hyatt Regency Cristal City, 1992. P. A46.

Zhang Zhefu, Guilan Du, Jinsheng Zhang, Kanglin Wan, Guifeng Zhu, Li Zheng. Survey on tick vectors of Lyme disease spirochetes in China // V Int. Conf. Lyme Borreliosis. Program and asbtracts. Arlington, Virginia, U.S.A. May 30—June 2, 1992. Hyatt Regency Cristal City, 1992. P. A57.

Zung J. L., Lewengrub S., Rudzinska M. A., Spielman A., Telford III S. R., Piesman J. Fine structural evidence for the penetration of the Lyme disease spirochete Borrelia burgdorferi through the gut and salivary tissues of Ixodes dammini // Can. J. Zool. 1989. Vol. 67. P. 1737—1748.

ЗИН РАН, Санкт-Петербург;
Московская областная санэпидстанция;
Институт полиомиелита и вирусных энцефалитов РАМН,
Москва

Поступила 26.09.1992

SOME PECULIARITIES OF THE LYME DISEASE AGENT DISTRIBUTION AND OF THE BEHAVIOR OF IXODES TICKS INFECTED WITH IT

A. N. Alekseev, E. A. Arumova, L. A. Burenkova, S. P. Chunikhin

Key words: Ixodes, Lyme disease, *Borrelia burgdorferi*, distribution, behavior.

SUMMARY

It is demonstrated that in the regions, where *Ixodes persulcatus* and *I. ricinus* are sympatric, the incidence and prevalence of *Borrelia burgdorferi* among the latter tick species is higher. In areas, where the *Ixodes persulcatis* population infected with *Borrelia* were met, the percent of infected *I. ricinus* was 3—4 times more and the number of detection of borrelia infected specimens was 9 times higher than in the regions, where *I. persulcatus* was absent.

The hypothesis is proposed, that the tick I. persulcatus is a carrier and source of the most virulent and acarotropic borrelia form.

It is stated, that the reaction of the borrelia infected Ixodes ticks (*I. persulcatus* and *I. ricinus*) on the plant odour is changed. It is supposed that such changed plant odour depentant behavior would be able to be enhancer of the *I. persulcatus* — *I. ricinus* borrelia exchange process.